

# TENOLOGI PENGAMBILAN AIR LAUT DENGAN BANGUNAN SUMUR BERPORI PADA WILAYAH BERPASIR DI PESISIR PANTAI BENGKULU

**DERRY YUMICO**

Staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu

Jl. Raya Kandang limun, Bengkulu, Telp (0736)344087

e-mail: [derryyumico@yahoo.com](mailto:derryyumico@yahoo.com)

## ABSTRACT

*Pondfish maintenance requires sea water supply. To fulfill the required at Pantai Bengkulu coastal representing sandy coastal have the problem not yet fulfilled of quality and quantity the sea water. With the existence at above problem hence conducted a research. The research needed for collected data. Existing data used for scheme base model. Evaluation for the result use existing formula. From scheme result get a model for the region of sandy coastal. For the sandy coastal used well intake are combination concrete buis and pore pipe. The well have diameter 3 m and 6,5 m deepnes. Pore pipe have length 8 m and diameter is 10 cm. From merger of both can be yielded charge  $0,27 \text{ m}^3 / \text{second}$ .*

*Keywords : sandy coastal, pore pipe, block of concrete and well intake.*

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Salah satu permasalahan rendahnya pemanfaatan air laut untuk usaha tambak di wilayah pantai berpasir adalah kuantitas dan kualitas air laut yang dapat diambil dan dimanfaatkan. Selain itu, yang menjadi permasalahan utama di daerah pantai berpasir seperti pada sepanjang pesisir pantai Bengkulu adalah berubah-ubahnya garis pantai, sehingga sangat sulit untuk memperkirakan pembuatan suatu bangunan menuju ke laut. Dengan keadaan demikian, sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan pembuatan bangunan pengambilan air laut untuk berbagai keperluan, lebih baik direncanakan di tepi pantai.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan teknologi pengambilan air laut untuk keperluan tambak yang dapat memecahkan permasalahan-permasalahan yang dihadapi petani dan pengusaha tambak.

### B. Tinjauan Pustaka

#### 1. Proses Pantai

Pantai selalu menyesuaikan bentuk profilnya sedemikian rupa sehingga mampu menghancurkan energi gelombang yang datang. Penyesuaian bentuk profil pantai merupakan tanggapan dinamis alami pantai terhadap laut.

Tanggapan akibat gelombang normal terjadi dalam waktu yang lebih lama, dan energi gelombang dengan mudah dapat dihancurkan oleh mekanisme pertahanan alami pantai. Sering pertahanan alami pantai tidak mampu menahan serangan gelombang besar, sehingga pantai dapat tererosi. Setelah gelombang besar reda, pantai akan kembali kebentuk semula oleh pengaruh gelombang normal. Dibeberapa kasus, pantai yang tererosi tersebut tidak kembali kebentuk semula karena material pembentuk pantai terbawa arus ke tempat lain dan tidak kembali ke lokasi semula. Dengan demikian pantai tersebut mengalami erosi. Material yang terbawa arus tersebut di atas akan mengendap di daerah yang lebih tenang, seperti di muara sungai, teluk, pelabuhan dan sebagainya, sehingga mengakibatkan sedimentasi di daerah tersebut.

#### 2. Elevasi Muka Air Laut Rencana

Elevasi muka air laut rencana merupakan parameter sangat penting di dalam perencanaan bangunan pantai. Elevasi tersebut merupakan penjumlahan dari beberapa parameter yaitu pasang surut, *wave setup*, *wind setup*, dan kenaikan muka air karena perubahan suhu global.

Pada umumnya pasang surut mempunyai periode 12 atau 24 jam, yang berarti dalam satu hari dapat terjadi

satu atau dua kali air pasang. Faktor pasang surut sangat penting dalam penentuan elevasi muka air laut rencana. Penetapan berdasar MHWL dan HHWL tergantung pada kepentingan bangunan yang direncanakan.

### 3. Cara-cara Pengambilan Air Laut

#### a. Pompa

Pengambilan air laut dapat dilakukan dengan memakai pompa dan dialirkan melalui jaringan pipa ke tempat penampungan kemudian didistribusikan ke tempat yang diperlukan.

#### b. Jetty

Arus pantai yang sejajar dan relatif besar dapat diambil dengan cara pembuatan *intake* saluran. Pengambilan ini memanfaatkan keadaan pasang-surut. Keadaan ini mempunyai kelemahan karena sangat tergantung dengan ketinggian pasang-surut.

#### c. Sumur Pengambilan

Air laut memiliki berat jenis yang lebih tinggi dari air tawar sehingga diperlukan kedalaman dan jarak tertentu dalam pengambilannya. Arus sejajar pantai yang mempunyai kekuatan besar dapat merusakkan bangunan ini sehingga membuat biaya operasional dari bangunan ini tinggi.

#### d. Sumur Pengambilan Dengan Pipa Berpori

Pemanfaatan metode ini memiliki ide utama untuk menambah sumur resapan dengan beberapa pipa horisontal yang diberi lubang pada permukaannya dan diletakkan tegak lurus garis pantai ke arah laut pada kedalaman tertentu dari permukaan. Maksud utamanya adalah meningkatkan jumlah debit air dari dalam sumur.

#### e. Sistem Belalai

Pengambilan air laut dengan sistem belalai adalah mengambil air laut dengan cara membuat sambungan-sambungan pipa menjorok ke laut dengan diberi perkuatan tiang-tiang sebagai fondasi dari pipa tersebut. Sistem ini lebih cocok digunakan di pantai berpasir yang bergelombang

kecil, karena lapisan tanah pondasi tiang akan lebih aman dari gerusan gelombang dan lebih mudah dalam pemancangan tiang pondasinya.

#### f. Sea Water Intake (SWI)

Bangunan jenis ini adalah bangunan semacam sumuran yang dilindungi oleh bangunan berbentuk persegi dengan ukuran  $(6 \times 6) \text{ m}^2$ , sedangkan fondasi dari bangunan tersebut terdiri dari rangkaian buis-buis beton yang ditanam sedalam 4,5 m. Bagian bangunan terdiri dari sumuran, tempat mesin pompa dan bak tampungan air laut. Kedalaman SWI dari dasar pondasi bangunan sampai bak tampungan adalah 14,5 m.

#### g. Deep Well

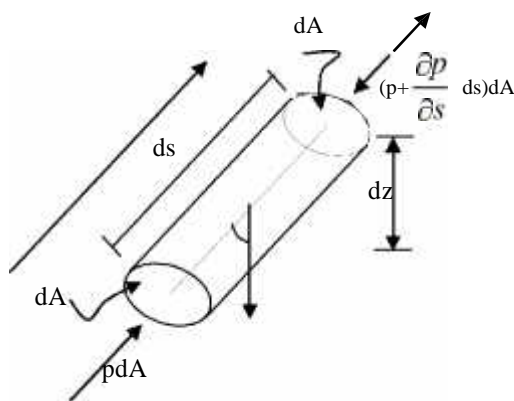
Bangunan ini adalah bangunan pengambilan air laut yang dibuat dengan cara membuat sumuran yang dalam. Diameter dari sumur adalah 1,2 m berfungsi sebagai penahan pasir di sekitar lubang dan di bagian dalamnya terdapat pipa pengambilan dengan diameter 10 inch. Kedalaman dari sumur ini adalah kurang lebih 60 meter.

## C. Landasan Teori

### 1. Persamaan Bernoulli

Penurunan persamaan Bernoulli untuk aliran sepanjang garis arus didasarkan pada hukum Newton II tentang gerak ( $F=Ma$ ). Gambar 1. menunjukkan elemen berbentuk silinder dari suatu tabung arus yang bergerak sepanjang garis arus dengan kecepatan dan percepatan di suatu tempat dan suatu waktu adalah  $V$  dan  $a$ . Panjang, tampang lintang, dan rapat massa elemen tersebut adalah  $ds$ ,  $dA$  dan sehingga berat elemen adalah  $(ds \cdot dA \cdot \rho)$  elemen.

Oleh karena tidak ada gesekan maka gaya-gaya yang bekerja hanya gaya tekanan pada ujung elemen dan gaya berat. Hasil kali dari massa elemen dan percepatan harus sama dengan gaya-gaya yang bekerja pada elemen.



Gambar 1. Elemen Zat Cair Bergerak Sepanjang Arus

Dengan memperhitungkan gaya-gaya yang bekerja pada elemen, maka Hukum Newton II untuk gerak partikel di sepanjang garis arus adalah :

$$-g \, ds \, dA \cos \theta + p \, dA - \left(p + \frac{\partial p}{\partial s} ds\right) dA = ds \, dA \, a \quad \dots\dots\dots(1)$$

kemudian rumus di atas hasil akhirnya menjadi berikut ini :

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_f \quad \dots\dots\dots(2)$$

dimana ;

$z$  : elevasi (tinggi tempat)

$\frac{p}{\gamma}$  : tinggi tekanan

$\frac{v^2}{2g}$  : tinggi kecepatan

$h_f$  : Jumlah kehilangan energi

## 2. Tekanan Pada Suatu Titik

Di dalam zat cair diam tidak terjadi tegangan geser dan gaya yang bekerja pada suatu bidang adalah gaya tekanan yang bekerja tegak lurus pada bidang tersebut. Tekanan pada setiap titik di dalam zat cair diam adalah sama dalam segala arah. Besarnya tekanan yang bekerja pada suatu bidang diberikan oleh bentuk berikut ini :

$$F = p \, A \quad \dots\dots\dots(3)$$

dimana ;

$F$  : gaya yang bekerja

$p$  : tekanan

$A$  : luas bidang kerja

## 3. Intrusi Air Laut

Intrusi air laut diartikan sebagai aliran air laut ke dalam sistem akifer baik secara alami atau karena intervensi ulah manusia. Secara alami dapat terjadi apabila potensi infiltrasi relatif kecil sehingga potensi air tanah juga kecil, maka laut akan mudah masuk ke dalam akifer.

Dalam mempelajari hubungan antara air asin dan air tawar, Ghyben-Herzberg menggunakan prinsip keseimbangan hidrostatik. Fenomena ini dipelajari dengan menggunakan dua zat cair yang memiliki rapat massa yang berbeda.

Keseimbangan hidrostatik yang digambarkan dalam tabung U dengan menggunakan tekanan yang sama, dapat dilihat pada Gambar 2. di bawah.

$$\rho_s g h_s = \rho_f g (z + h_f) \quad \dots\dots\dots(4)$$

dimana ;

$\rho_s$  : rapat massa air asin

$\rho_f$  : rapat massa air tawar

$g$  : gaya gravitasi

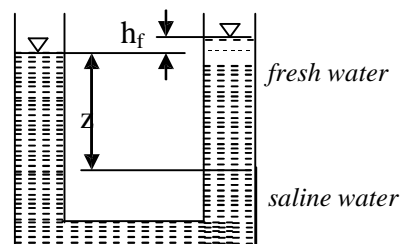
$z$  : selisih tinggi permukaan atas air asin dan bagian bawah air tawar

$h_f$  : Selisih tinggi permukaan air tawar dan air asin

dan  $z$  dicari dengan rumus :

$$z = \frac{\rho_f}{\rho_s - \rho_f} h_f \quad \dots\dots\dots(5)$$

dan dalam hubungan Ghyben-Herzberg ini, di beberapa kasus diketahui jika nilai  $\rho_s$  berkisar antara  $1025 \, \text{g/cm}^3$  dan  $\rho_f = 1000 \, \text{g/cm}^3$ . Jadi  $z = 40 \, h_f$ .



Gambar 2. Tabung U Untuk Keseimbangan Hidrostatik Air Asin dan Air Tawar

#### 4. Debit Aliran

Jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang lintang aliran tiap satu satuan waktu disebut debit aliran. Debit aliran yang digunakan pada sumur biasanya memakai Rumus Dupuit.

$$Q = 2\pi \times y \times K_s \frac{dy}{dx} \dots\dots\dots(6)$$

dimana;

$2\pi \times y$  : luas silinder yang dilalui oleh aliran

$K_s$  : permeabilitas

$\frac{dy}{dx}$  : kemiringan permukaan aliran tanah

Sedangkan debit yang terjadi pada pipa berpori yang ditanam horisontal di dalam suatu pasir atau tanah dapat digunakan persamaan dari hasil percobaan Judi K. N., (1999).

$$Q = 148,41 k Ap (np.h/l)^{0,2366} \dots(7)$$

dimana ;

$k$  : permeabilitas tanah

$Ap$  : luas lubang pori

$np$  : jumlah lubang pori

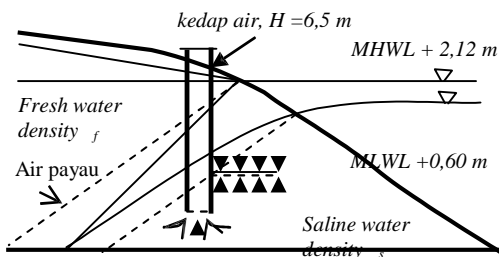
$h$  : ketinggian air

$l$  : ketebalan pasir

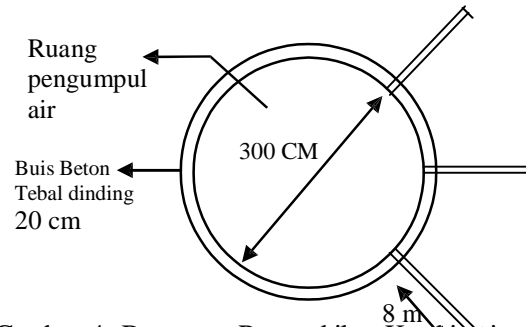
## II. HASIL PERANCANGAN BANGUNAN SUMURBERPORI

### A. Bentuk Rancangan

Bangunan pengambilan yang diusulkan adalah bangunan sumuran yang dibuat dengan memaksimalkan masuknya debit air laut ke dalam sumur melalui diameter lubang sumuran dan dinding sumuran yang menghadap ke arah air laut yang dihubungkan oleh pipa berpori. Seperti terlihat dalam Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Sket Letak Model Pengambilan Kombinasi Buis Beton dan Pipa Berpori



Gambar 4. Bangunan Pengambilan Kombinasi Buis Beton dan Pipa Berpori Tampak Dari Atas

### B. Kapasitas Debit

Kapasitas debit yang dapat diambil berasal dari proses terjadinya aliran air dalam media porous. Dengan banyaknya aliran yang menuju ke ruang tersebut maka debit yang dapat diambil oleh pompa akan lebih banyak. Aliran air laut tersebut mengalir melalui lubang-lubang yang ada di buis beton dan pipa berpori.

Dengan data hipotetik  $2 \times y = 560,49 \text{ m}^2$ , dan nilai  $K_s = 4,7 \times 10^{-4} \text{ m/detik}$  dan  $\frac{dy}{dx} = 0,225$  maka debit pemompaan maksimum sesuai dengan metode Dupuit, maka debit yang dapat diambil adalah:

$$\begin{aligned} Q &= 2 \times y \times K_s \frac{dy}{dx} \\ &= 560,49 \times 4,7 \cdot 10^{-4} \times 0,225 \\ &= 0,06 \text{ m}^3/\text{detik atau } 3,6 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

Sedangkan debit yang terjadi pada pipa berpori dengan menggunakan data nilai  $k$ , permeabilitas tanah =  $4,7 \times 10^{-4} \text{ m/detik}$ , diameter lubang = 1 cm, jumlah lubang ( $np$ ) = 2000 lubang, luas seluruh lubang ( $Ap$ ) =  $0,157 \text{ m}^2$ , ketinggian air ( $h$ ) = 4,5 m dan ketinggian pasir ( $l$ ) = 4,5 m dan persamaan (7), pada pipa berpori adalah:

$$\begin{aligned} Q &= 148,41 k Ap (np.h/l)^{0,2366} \\ &= 148,41 \times 4,7 \cdot 10^{-4} \times 0,157 \times (2000)^{0,2366} \end{aligned}$$

Jadi debit yang terjadi pada pipa berpori yang berjumlah 3 pipa adalah  $0,21 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Dari hasil penjumlahan hasil debit yang dihasilkan oleh sumur pengambilan dan 3 pipa berpori maka debit yang dapat diambil adalah  $0,27 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

## III. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa :

1. Sistem pengambilan air laut di wilayah berpasir lebih baik mempergunakan sistem pengambilan dengan sumur resapan dan dikombinasikan dengan pipa berpori untuk menambah jumlah debit yang dibangun di tepi pantai, sehingga akan lebih aman dari gempuran gelombang.
2. Debit yang dapat dihasilkan dengan sumur resapan kombinasi dengan pemasangan tiga pipa berpori adalah sebesar  $0,27 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

## B. Saran

Dari hasil penelitian dapat diberikan saran-saran sebagai berikut ini :

1. Dalam penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang baik, seharusnya penentuan kedalaman model dilakukan dengan penelitian lebih lanjut.
2. Kajian lebih lanjut tentang tatacara pelaksanaan pekerjaan di lapangan terutama tentang tata cara pemasangan pipa horizontal sangat diperlukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bambang T. dan Nizam, 2001, *Studi Perencanaan Pelabuhan Glagah Di Pantai Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta*, Forum Teknik Jilid 25, No. 1, Maret 2001.
- Judi K. N., 1999, *Studi Debit Aliran Rembesan Melalui Pipa Berpori*, Tesis, Program Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Kruseman G. P., De Ridder N. A., 1970, *Analysis And Evaluation Of Pumping Test Data*, International Institute For Land Reclamation And Improvement (ILRI), Netherland.
- Nur Yuwono, 1992, *Teknik Pantai*, Vol 2, BP KMTS UGM, Yogyakarta.
- Nur Yuwono, 1998, *Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai*, PAU-IT UGM Yogyakarta.

Todd D. K., 1980, *Ground Water Hydrology*, John Wiley and Sons, New York and London.

Sorensen, R.M., 1978, *Basic Coastal Engineering*, John Wiley and Sons, New York.

Sri Harto, 2000, *Hidrologi: Teori Masalah, Penyelesaian*, Nafiri Offset, Yoyakarta.